

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 21 日現在

機関番号：32689

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06669

研究課題名(和文)2次元映像のフレーム間対応に非依存な3次元映像自動生成手法の開発

研究課題名(英文)Automatic Generation of 3D Videos from 2D Videos without Using Correspondence between Frames

研究代表者

飯塚 里志 (Iizuka, Satoshi)

早稲田大学・理工学術院・次席研究員(研究院講師)

研究者番号：30755153

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：2次元映像から写実的な3次元映像を自動生成するため、2次元画像からデプスマップを直接出力できる全層畳み込みニューラルネットワークモデルを構築した。この手法をフレーム毎に適用することで、2次元映像から3次元映像を生成できるようになる。また、写実的な映像作成のため、経年劣化を再現できる手法の開発、および古い白黒写真を自動で色付けする手法の開発を行った。これらの研究成果はコンピュータグラフィクス分野における著名な国際会議で発表した。

研究成果の概要(英文)：We have developed a fully convolutional neural network model that directly outputs a depth map from an image for automatically converting 2D videos to 3D videos. The technique can also be applied to videos by processing them frame-by-frame. Additionally, we have developed a method to easily generate complicated weathering effects in images and a technique to automatically colorize old black-and-white photographs with deep learning, which makes the generated 3D images and videos more photorealistic. These research results were accepted to the top conferences in the computer graphics field.

研究分野：コンピュータグラフィクス

キーワード：コンピュータグラフィクス 3次元映像 画像処理 ディープラーニング

1. 研究開始当初の背景

近年の3Dテレビや立体視ディスプレイなどの3D対応デバイスの進化によって、3次元映像は映画やテレビ放送などのエンターテインメント分野を中心に急速に普及してきている。日本政府の技術戦略指針でも3次元映像技術の研究開発の推進が提言されており、将来的には通信、広告、遠隔医療など幅広い分野での実用化が期待されている。しかし、現状はその制作コストが大きな課題となっている。

3次元映像を作成するには、3次元映像専用の特殊な撮影機材を用いる方法か、2次元映像を3次元映像化する方法が取られる。前者の場合、カメラ配置や撮影環境に制約があり、利用できる場面が限られる。これに対し後者の場合、使用できる映像の自由度が高く幅広い用途に利用できるが、高度な映像制作技術を有するクリエイターによる多くの試行錯誤が必要となる。例えば映画「スーパーマンリターンズ」では、20分間の2次元映像を3次元映像に変換するのに10,000,000ドルもの費用がかかったことが報告されている。このような背景から、できるだけ容易に2次元映像を3次元映像に変換できる手法の開発が求められている。

2次元映像から3次元映像をユーザの手作業なしに生成するためには、入力映像の3次元構造を推定する必要がある。従来のアプローチの多くは、映像のフレーム間における特徴点の対応を計算し、エピポラ幾何にもとづきカメラ位置とシーンの3次元座標を計算している。これらのアプローチはフレーム間で視差が計算できるような、制約されたカメラの動きを前提としているため、固定カメラ映像や動きのある物体を撮影した映像ではうまく機能せず、一般的な2次元映像の大部分に適用できない。これを解決するためには、入力映像のフレーム間の対応関係に依存しない3次元情報推定のアルゴリズムを新たに開発する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では従来手法では適用困難な、単視点または動的なシーンを含む2次元映像を自動で3次元映像に変換する手法を開発する。このため、多様な2次元映像から3次元映像を生成するため、映像のフレーム間の対応関係に依存しない高精度の3次元情報の推定を行う。また、映像を写実的に表現する手法の開発にも取り組む。

3. 研究の方法

2次元映像のデプスマップを自動推定する手法について開発を行う。まず、局所的なデプス推定を高精度で実現する手法の開発に取り組み、その手法を利用して画像全体のデプスマップを計算する手法を開発する。その

後、生成したデプスマップを利用し、デプスの不連続箇所抽出と遮蔽領域の合成を行う手法の開発に取り組む。また同時に、画像や映像を写実的に表現する手法の開発に取り組む。

4. 研究成果

(1) デプスの推定

2次元映像から3次元映像を自動生成するため、2次元のフレームを入力するとそのデプスマップが出力されるような、多層の畳み込みニューラルネットワークモデルを構築した。このモデルは全層が畳み込み層で構成され、任意の解像度の画像に対して同じサイズのデプスマップを生成することができる。図1は提案手法によって1枚の画像からデプスマップを計算した結果である。デプスマップ上の物体境界を正確に計算するため、あらかじめ物体境界を検出するネットワークモデルを用いてエッジマップを生成している。このエッジマップを用いてエネルギー関数を定義し最適化することにより、物体境界を保持したデプスマップを生成できる。このデプスマップを用いることで、2次元画像から3次元画像を自動生成することができる。また2次元映像に対しても、フレーム毎にデプスを推定することで、自動で3次元映像を生成することができる。



(a) 入力画像



(b) デプスマップ

図1: 提案手法によるデプスマップの自動生成。



(a) 入力画像 (b) 出力画像

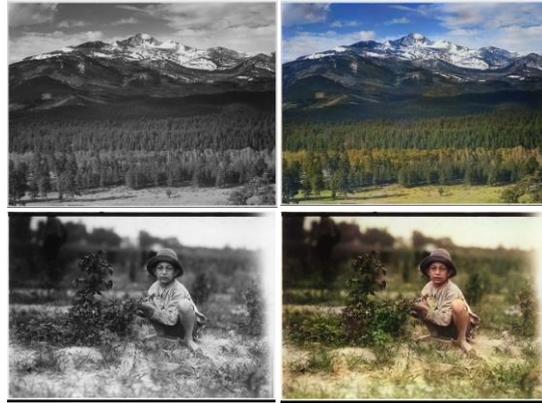
図 2: 提案手法による経年劣化の再現。簡単なユーザ入力のみから経年変化度合いを計算し、(a)入力画像が(b)経年劣化した様子を再現している。

(2) 画像の経年変化の再現

生成された映像の写実性を向上させるため、物体の経年変化の度合いを編集できる手法を開発した。この手法では、画像中の物体が時間とともに変化していく様子を、放射基底関数を用いた関数補完によってシミュレーションする。このシミュレーション結果にもとづき、経年変化後のテクスチャを大域的な評価関数を用いてパッチベースで物体に合成する。これにより、自然な物体の経年変化を再現でき、より写実的な映像を制作することができる。この研究成果はコンピュータグラフィクス分野で権威のある国際会議 Eurographics 2016 にフルペーパーで採択された[2]。

(3) 白黒写真の自動色付け

写実的な映像を生成するため、ディープラーニングを用い白黒写真を自動で色付けする手法を提案した。この手法では、画像の大域的な特徴と局所的な特徴を抽出して色付けを行う、新たな畳み込みニューラルネットワークモデルを提案している。これにより、100年前の白黒写真など、様々なシーンを写した画像において自然な色付けを自動で行うことができる。色付けの結果はユーザテストによって評価し、約 90%の色付け結果が自然であるという回答が得られた。この手法により、過去の写真や映像をより写実的に表現することができ、3次元映像制作にも有用であると考えられる。研究成果は、コンピュータグラフィクス分野で最難関の国際会議 SIGGRAPH 2017 にフルペーパーで採択された[1]。また、複数の招待講演を行い、研究の積極的な外部発信に取り組んだ。



(a) 入力画像 (b) 出力画像

図 3: 提案手法による白黒写真の自動色付け。(a)約 100 年前の白黒写真を、(b)自動でカラー画像に変換することができる。

(4) 遮蔽領域の合成

3次元映像を生成する際、物体の背後などの遮蔽領域を合成する必要がある。このため、複数のディープネットワークを用いてシーン全体の情報を学習させ、それによって遮蔽領域のテクスチャを生成する手法の開発に取り組んだ。また、上述の経年劣化を再現するために用いたテクスチャ合成手法を応用し、パッチベースで遮蔽領域を合成する手法の開発も行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文・査読有] (計 2 件)

- [1] Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa. "Let there be Color!: Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification", ACM Transaction on Graphics (Proc. of SIGGRAPH 2016), 35, 4, 110:1-110:11, 2016. DOI: 10.1145/2897824.2925974
- [2] Satoshi Iizuka, Yuki Endo, Yoshihiro Kanamori, Jun Mitani. "Single Image Weathering via Exemplar Propagation", Computer Graphics Forum (Proc. of Eurographics 2016), 35, 2, 501-509, 2016. DOI: 10.1111/cgf.12850

〔学会発表〕（計 6 件）

- [1] 飯塚里志, “ニューラルネットワークによる画像生成”, NHK 放送技術研究所 研究セミナー, 2016/12/21, NHK 放送技術研究所 (東京都).
- [2] 飯塚里志, “ディープラーニングによる画像生成の最前線 (基礎)”, 画像関連学会連合会第3回秋季大会, 2016/11/18, 京都工芸繊維大学 (京都府).
- [3] 飯塚里志, “AI による白黒写真の自動色付けシステム”, デジタルコンテンツ EXPO 2016, 2016/10/30, 日本科学技術未来館 (東京都).
- [4] 飯塚里志, “畳込みニューラルネットワークによる画像生成”, 産業技術総合研究所 第 9 回人工知能セミナー, 2016/10/25, タイムズ 24 (東京都).
- [5] 飯塚里志, “大規模学習を用いた CG の最先端研究の紹介”, CEDEC2016, 2016/8/26, パシフィコ横浜 (神奈川県).
- [6] 飯塚里志, “大域特徴と局所特徴の学習による白黒写真の自動色付け”, Visual Computing/グラフィクスとCAD合同シンポジウム 2016, 2016/6/19, 早稲田大学国際会議場 (東京都).

〔その他〕

ホームページ等

<http://hi.cs.waseda.ac.jp/~iizuka/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯塚里志 (IIZUKA, Satoshi)

早稲田大学・理工学術院・研究院助教

研究者番号 : 30755153